

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Dezember 2003 (18.12.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/104735 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F28F 1/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/05943

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Juni 2003 (06.06.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 25 812.0 11. Juni 2002 (11.06.2002) DE
202 09 005.1 11. Juni 2002 (11.06.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ERBSLÖH ALUMINIUM GMBH** [DE/DE];
Siebeneicker Strasse 235, 42553 Velbert (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SUCKE, Norbert,**William [DE/DE]; Am Thelenbusch 61, 47269 Duisburg
(DE). **BOYRAZ, Ismail** [DE/DE]; Konsumstrasse 37,
44809 Bochum (DE). **BREINDL, Reiner** [DE/DE];
Otto-Hue-Strasse 8a, 45525 Hattingen (DE). **SCHURF,**
Reinhold [DE/DE]; Goethestrasse 10 A, 42553 Velbert
(DE).(74) Anwalt: **MENTZEL, Norbert;** Kleiner Werth 34, 42275
Wuppertal (DE).

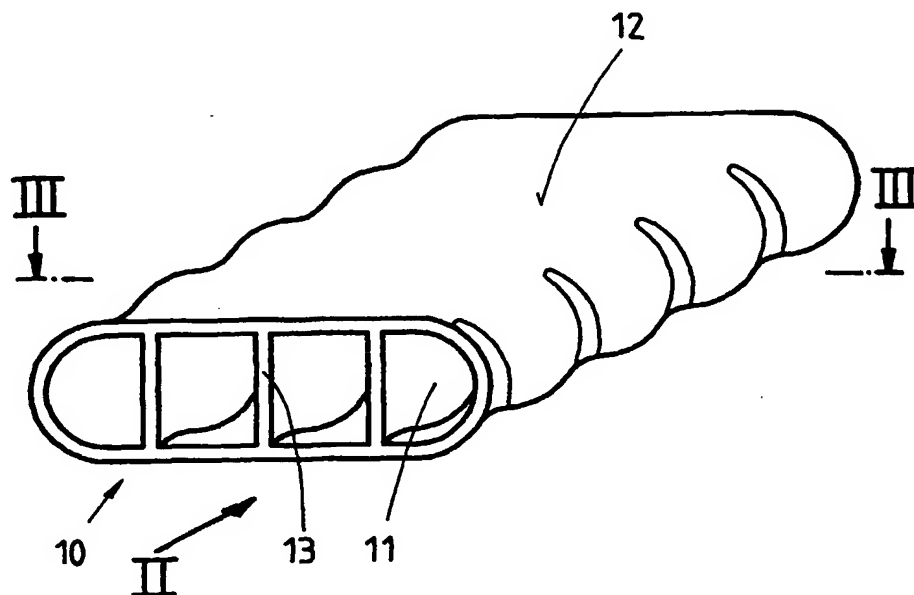
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **HOLLOW CHAMBER PROFILE MADE OF METAL, ESPECIALLY FOR HEAT EXCHANGERS**(54) Bezeichnung: **HOHLKAMMERPROFIL AUS METALL, INSBESONDERE FÜR WÄRMETAUSCHER**

(57) Abstract: The invention relates to a hollow chamber profile made of metal, especially for heat exchangers. Said profile is made of an extruded base profile (10) having two broad parallel sides and two narrow sides or is made of a base profile which is a circular tube type or coaxial tube type. At least one channel (11) extends inside said base profile in the longitudinal direction thereof. The hollow profile has improved heat transfer properties on the sides and webs (13) which are deformed perpendicular to the longitudinal direction thereof.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Hohlkammerprofil aus Metall, insbesondere für Wärmetauscher, bestehend aus einem stranggepreßten Grundprofil (10) mit zwei zueinander parallelen Breitseiten und zwei Schmalseiten oder aus einem Grundprofil in Rundrohrform bzw. Koaxialrohrform, wobei im Innenraum des Grundprofils sich mindestens ein Kanal (11) in Längsrichtung erstreckt. Das Hohlprofil besitzt aufgrund seiner quer zur Längsrichtung verformten Seiten und Stege (13) verbesserte Wärmeübertragungseigenschaften.

Hohlkammerprofil aus Metall, insbesondere für Wärmetauscher

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hohlkammerprofil aus Metall, insbesondere für Wärmetauscher, bestehend aus einem stranggepressten Grundprofil, welches die Form eines Rundrohres oder eines Koaxialrohres hat oder mit zwei zueinander parallelen Breitseiten und zwei Schmalseiten ausgestattet ist, wobei im Innenraum des Grundprofils sich mindestens ein Kanal in Längsrichtung erstreckt.

Diese Gestaltung eines Hohlkammerprofils für Wärmetauscher ist aus dem deutschen Gebrauchsmuster DE 94 06 559 U1 bekannt. Dort wird auf einfache Weise die Verformung der die Kanäle bildenden Stege beim Strangpressen gezeigt. Die Profilierung der Stege wird nicht nachträglich, sondern beim Strangpressen erzeugt. Hierfür wird für denjenigen Steg, der wellenförmig profiliert werden soll mehr Strangpressmaterial angeboten, als für einen anderen Steg, der nicht wellenförmig profiliert werden soll. Dieses vermehrte Angebot des verpressenden Materials führt zu einer Stauchung des Materials und demgemäß zu einer willkürlichen Verformung des zu verpressenden Steges. Damit wird auf einfache Weise eine Vergrößerung der Oberfläche erzielt, was zu einem verbesserten Wärmeübergang führt. Die willkürliche Verformung der Stege führt jedoch dazu, dass ein Kanal der durch zwei verformte Stege begrenzt wird, in Längsrichtung des Profils verengt bzw. erweitert wird. Eine solche Veränderung des Strömungsquerschnitts führt zu Druckverlusten und damit zu einer geringeren Wärmeaustauschleistung.

Aus der DE 100 49 987 A1 ist des Weiteren ein Kühlerrohr bekannt, welches in regelmäßigem Abstand ringförmige Wellen aufweist, die sich radial nach außen erstrecken und durch axiales Stauchen des zuvor glatten zylindrischen Rohres erzeugt wurden. Zwischen den Wellen befinden sich glatte zylindrische Rohrabschnitte. Ein solches Rohr weist aufgrund seiner vergrößerten Außenoberfläche

einen gegenüber dem glatten Rohr größeren Wärmeübergang auf. Da jedoch der freie Strömungsquerschnitt an den Stellen des Rohres, wo eine ringförmige Welle vorgesehen ist, vergrößert ist, treten bei dem das Rohr durchfließenden Medium Druckverluste und damit Wärmeaustauschverluste auf. Des Weiteren besitzt dieses Rohr den Nachteil, dass das Rohr durch das nachträglich vorgenommene axiale Stauchen in seiner Festigkeit beeinflusst ist.

Alternativ zu stranggepressten Aluminiumrohren bzw. Mehrkammerhohlprofilen werden aus Aluminiumblech rollgeformte Profile eingesetzt. Diese werden häufig durch Hochfrequenzschweißen bzw. durch geeignete Verformung und ein nachfolgendes Verlöten verschlossen. Durch den Einsatz von Turbulatoren können die Wärmübertragungseigenschaften verbessert werden. Nachteil dieses Verfahrens ist der hohe Aufwand für die Herstellung und Montage der Turbulatoren. Zudem sind die gelöteten bzw. geschweißten Rohrnähte häufige Versagursursache bei mechanischer bzw. bei korrosiver Beanspruchung. Durch den Einsatz stranggepresster Aluminiumprofile kann die Aufgabe nur teilweise gelöst werden. Zwar sind die Rohrnähte erheblich stabiler, jedoch ist die Eignung zur Wärmeübertragung durch die nur in Strangpressrichtung ausgeformten Rohrwände und Rohrstege beschränkt. Speziell bei gasförmigen Medien, wie z. B. Luft bei Ladeluftkühlern oder CO₂ bzw. gasförmiges Kältemittel bei Klimawärmetauschern, kann Wärme nicht optimal übertragen werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, Hohlkammerprofile, insbesondere für Wärmetauscher, zur Verfügung zu stellen, die verbesserte Wärmeübertragungseigenschaften gegenüber herkömmlichen stranggepressten Profilen aufweisen und auf einfache Weise herstellbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Hohlkammerprofil aus Metall mit den in Anspruch 1 oder 5 aufgeführten Merkmalen sowie einem Verfahren gemäß Anspruch 8 erfüllt.

Das erfindungsgemäße Hohlkammerprofil aus Metall, insbesondere für einen Wärmetauscher, ist aus einem Grundprofil aufgebaut, welches bevorzugt aus einer korrosionsbeständigen, hartlötbaren Aluminiumlegierung besteht, wie beispielsweise aus einer 1xxx-, 3xxx- oder 6xxx-Legierung. Das stranggepresste Grundprofil besitzt eine Rundrohrform oder eine Koaxialrohrform oder eine Flachrohrform mit zwei zueinander parallele Breitseiten und zwei diese Breitseiten verbindende Schmalseiten. Der Innenraum des Grundprofils wird durch mindestens einen Kanal in Längsrichtung gebildet. Senkrecht zur Längsausrichtung des Grundprofils sind gegenüberliegenden Seiten verformt, wobei sich linksgerichtete Profilierungen und rechtsgerichtete Profilierungen abwechseln. Diese Profilierungen sind so aufeinander abgestimmt, dass sich die Breite des Grundprofils über die gesamte Längsausdehnung nicht verändert.

Nach der Erfindung werden bei einem Flachrohrprofil solche Verformungen sowohl an den Schmalseiten als auch an den von Breitseite zu Breitseite des Grundprofils sich erstreckenden, mehrere Kanäle bildenden Stege vorgesehen. In jedem Fall sind die Profilierungen der Schmalseiten und der Stege gleichförmig ausgebildet. Dies wird dadurch erreicht, dass alle Verformungen gleichzeitig und in gleicher Weise vorgenommen werden. Wird beispielsweise eine wellenförmige Verformung in der Längsausdehnung des Grundprofils vorgesehen, wobei sich quer zur Längsausdehnung die linksgerichteten und rechtsgerichteten Profilierungen abwechseln, greifen die Wellenberge des wellenförmigen Verlaufs eines jeden Steges und der beiden Schmalseiten in die entsprechenden Wellentäler der wellenförmigen Verformung der jeweils benachbarten Stege oder Schmalseiten ein.

Bei einem Rohrprofil, insbesondere einem Koaxialrohr mit mehreren Kanälen in Längsrichtung, werden solche Verformungen sowohl an den Außenseiten als auch an den die Kanäle bildenden Stege vorgesehen. In jedem Fall sind auch hier die Profilierungen der Außenseiten und der Stege gleichförmig ausgebildet.

Es kann in bevorzugter Weise dafür gesorgt werden, dass die Amplituden des wellenförmigen Verlaufs der verformten Seiten und der Stege im gesamten Hohlkam-

merprofil gleich groß sind, ebenso kann dies für die Wellenlängen der Verformung vorgesehen werden. Es ist zur Erzielung einer hohen Konvektion bei gleichbleibend gutem Wärmeübergang jedoch nicht notwendig, dass der wellenförmige Verlauf der Verformungen mit unveränderter Wellenlänge und gleich großer Amplitude vorliegt. Ändert sich jedoch Wellenlänge oder Amplitude eines solchen wellenförmigen Verlaufs einer Verformung, so muss dies in gleicher Weise für die benachbarten Stege wie auch für die Seiten zutreffen, damit sich in keinem Fall zwei benachbarte Wandungen einander nähern. Der Strömungsquerschnitt der Kanäle wird durch die Verformungen nicht verändert. Die Verformungen stellen jedoch für das das Profil durchströmende Gas bzw. den Flüssigkeitsstrom Turbulenzen dar, die vergleichbar sind mit bekannten einsetzbaren Turbulatoren. Ein solches verwelltes Profil kann sowohl zur Erhöhung der Wärmeaustauschleistung eines Gasstromes als auch eines Flüssigkeitsstromes eingesetzt werden, wobei die Wirkung beim Flüssigkeitsstrom jedoch im allgemeinen geringer ist. Vorteilhafte Anwendung kann ein solches Hohlkammerprofil als Kühler, insbesondere als CO₂-Gaskühler oder als Ladeluftkühler für Kraftfahrzeuge, finden.

Das erfindungsgemäße Hohlkammerprofil weist gegenüber den vorbekannten stranggepressten Profilen mit parallel verlaufenden Stegen und unverformten Schmalseiten eine höhere Leistung auf, da bei gleich gutem Wärmeübergang durch die Turbulenzen, die mittels der Verformung der Stege und Schmalseiten quer zum Gas- bzw. Flüssigkeitsstrom erzeugt werden, zusätzlich eine bessere Konvektion erzielt wird.

Ein solches Hohlkammerprofil kann auf einfache Weise hergestellt werden. Im ersten Verfahrensschritt wird durch Strangpressen ein Hohlprofilstrang, beispielsweise ein Rundrohrprofilstrang, ein Koaxialrohrprofilstrang oder eine Flachrohrprofilstrang mit zwei zueinander parallelen Breitseiten sowie gewölbten oder ebenen Schmalseiten, mit mindestens einem sich im Innenraum des Grundprofils erstreckender Kanal erzeugt. Der aus der Umformzone der Strangpresse austretende und heiße Hohlprofilstrang wird durch ein sich oszillierend bewegendes Verformungswerkzeug definiert in Schwingung versetzt und verformt. Der verformte

Hohlprofilstrang kann dann auf die gewünschte Länge eines Hohlkammerprofils abgelängt und bedarfsweise mit Prägungen an den Rohrenden versehen werden. Diese Prägungen dienen einem einfachen Einschieben in die Sammelrohre und einer einwandfreien Verlotung zu einem Wärmetauscher.

In bevorzugter Weise wird der aus der Umformzone austretende und heiße Hohlprofilstrang durch ein sich senkrecht zur Austrittsrichtung des Profilstrangs oszillierend bewegendes Verformungswerkzeug beaufschlagt. Dabei werden gleichzeitig sowohl die Schmalseiten des Flachrohrprofils bzw. die Außenseiten des Rundrohrprofils als auch die eventuell vorhandenen Stege verformt.

In einer besonderen Ausführungsform weisen die Verformungen an den Seiten und an den Stegen einen in Längsrichtung des Grundprofils wellenförmigen Verlauf auf. Die Wellenlänge eines solchen wellenförmigen Verlaufes ist in bevorzugter Weise für einen Hohlprofilstrang unverändert. Dies wird dadurch erreicht, dass die Oszillationsfrequenz des Verformungswerkzeuges an die Strangaustrittsgeschwindigkeit des Hohlprofilsstrangs angepasst wird. Bei der Herstellung von Mehrkammerhohlprofilen werden Strangpressgeschwindigkeiten von 15 bis 200 m/min, vorzugsweise 60 bis 150 m/min verwendet. Die Wellenlängen der wellenförmigen Verformungen des Profilsstrangs können in der Größenordnung 1 bis 100 mm liegen.

Die Verformung des Flachrohrprofilstranges, d.h. die Auslenkung erfolgt vorzugsweise in Richtung der Rohrbreite, so dass die Breitseiten ihren parallelen Verlauf beibehalten und nicht verformt werden. Dies hat den Vorteil, dass bei der nachfolgenden Verarbeitung zum Wärmetauscher eine einfache Montage, insbesondere die Verbindung mit Kühllamellen und Sammelrohren, erfolgen kann.

Es ist jedoch auch möglich, zwei Schwingungsebenen getrennt voneinander zu steuern und somit zirkulare Verwellungen zu erzeugen. dies kann insbesondere bei einem Rundrohrprofil oder einem Koaxialrohrprofil vorteilhaft sein.

Die oszillierende Bewegung des Verformungswerkzeuges erzeugt eine Auslenkraft quer zur Austrittsrichtung des Hohlprofilstranges. Diese Auslenkung kann durch mechanische Druck- und Schubkräfte bewirkt werden. Ebenso ist eine elektromagnetische Auslenkung des Hohlprofilstranges möglich. Eine besonders schonende Beaufschlagung zur Auslenkung des Hohlprofilstranges durch das Verformungswerkzeug wird mittels eines fluiden Mediums erzielt. Hierbei können sowohl Luft, Stickstoff als auch Wasser eingesetzt werden.

Wesentlich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist, dass ein heißer Hohlprofilstrang verformt wird. Dies kann dadurch erzielt werden, dass das Verformungswerkzeug in unmittelbarer Nähe der Strangpressmatrize angeordnet ist. So kommt es zu keiner merklichen Abkühlung des Hohlprofilstranges, nachdem dieser aus der Strangpressmatrize austritt und dann vom Verformungswerkzeug beaufschlagt wird. Die Temperatur des Hohlprofilstrangs im Verformungswerkzeug sollte größer als 250°C sein, vorzugsweise mehr als 400°C , um eine deformationsarme Umformung zu ermöglichen. Wird nun der aus der Strangpresse austretende heiße Hohlprofilstrang von dem oszillierenden Verformungswerkzeug erfasst und ausgelenkt, wirken die Auslenungskräfte bis zurück in die Strangpressmatrize und beeinflussen dort den Materialfluss. Ein solches Verformungswerkzeug lässt sich beispielsweise in einer Ausnehmung im Gegenholm der Strangpresse anordnen.

Es ist jedoch auch denkbar, dass der aus der Strangpressmatrize austretende Hohlprofilstrang aus der Strangpresse herausgeführt wird. In diesem Fall ist es vorteilhaft eine entsprechende Vorrichtung zum Führen des Profilsstrangs zwischen der Strangpresse und der Verformungsvorrichtung vorzusehen. Auch hier wird die hohe Austrittstemperatur des Hohlprofilstrangs benutzt, um eine deformationsarme Umformung zu ermöglichen. Allerdings muss abgesichert sein, dass der Hohlprofilstrang im Verformungswerkzeug die gewünschte Umformtemperatur von größer als 250°C aufweist.

In einer weiteren Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgesehen, dass die Strangpressmatrize selbst als sich oszillierend bewegendes Verformungs-

werkzeug wirkt. Die Strangpressmatrize oder Anlagen- und Werkzeugkomponenten, die die Strangpressmatrize in der Strangpresse positionieren, führen während des Strangpressvorgangs eine oszillierende Bewegung aus.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich Hohlkammerprofile mit wellenförmigen Verformungen versehen, wobei im Gegensatz zum Stand der Technik es sich hier jedoch um definiert herstellbare Wellenverläufe handelt, d.h. um reproduzierbare Amplituden bzw. Wellenlängen der Verwellungen. Dadurch wird ein Hohlkammerprofil erzeugt, welches über die gesamte Längsausdehnung des Profils einen immer gleichbleibenden freien Strömungsquerschnitt und gleichbleibende Wanddicken aufweist. Es wird eine Vergrößerung der Wärmeaustauschfläche erzielt, ohne dass hohe Druckverluste im Profil auftreten können. Gleichzeitig wird die laminare Strömung durch die Verwellungen gestört. Diese Turbulenzen erhöhen vorteilhafterweise die Wärmeaustauschleistung des Profils.

Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen. Die Zeichnungen zeigen in:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Hohlkammerprofils,
- Fig. 2 einen Querschnitt des Hohlkammerprofils gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 ein Längsschnitt durch das Hohlkammerprofil entlang Schnittlinie III - III gemäß Fig. 1,
- Fig. 4 a die prinzipielle Darstellung einer erfindungsgemäßen Verfahrensvariante für ein Rundrohrprofil,
- Fig. 4 b die prinzipielle Darstellung der erfindungsgemäßen Verfahrensvariante nach Fig 4a für ein Flachrohrprofil,

Fig. 5 die prinzipielle Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Verfahrensvariante.

In der Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Hohlkammerprofil aus Metall gezeigt. Dieses besteht vorzugsweise aus einem stranggepressten Grundprofil 10 aus Leichtmetall. Dieses Grundprofil 10 weist mindestens einen in Längsrichtung des Grundprofils 10 ausgerichteten Kanal 11 auf, vorzugsweise mehrere Kanäle 11. Diese Kanäle 11 werden durch die Wandung 12 bzw. durch die Stege 13 begrenzt. Das Grundprofil 10 kann des weiteren an den Innenseiten der Wandung 12 angeordnete und in die Kanäle 11 weisende, parallel zu den Stegen 13 verlaufende Stegansätze besitzen, die hier nicht gezeigt werden. Wie den Figuren 1 und 2 zu entnehmen ist, besitzt das Grundprofil 10 zwei zueinander parallelen Breitseiten 16, 17, die eine ebene Ober- und Unterseite des Profils bilden. Dies ist bei einer Anwendung des Profils als Wärmetauscherprofil von Vorteil. Es ermöglicht eine einfache Montage und Verbindung mit den auf der Oberseite und Unterseite des Grundprofils 10 angeordneten Kühllamellen.

Ein erfindungsgemäßes Hohlkammerprofil kann auch die Form eines Rundrohres oder eines Koaxialrohres zeigen und ein oder mehrere in Längsrichtung des Profils ausgerichtete Kanäle aufweisen.

Die zur Erhöhung der Wärmeaustauschleistung des Profils vorgesehenen Verwellungen betreffen hier ausschließlich die Schmalseiten 18, 19 und die Stege 13. Die Schmalseiten 18, 19 sind senkrecht zur Längsausrichtung des Grundprofils verformt, wobei sich linksgerichtete Profilierungen 21 und rechtsgerichtete Profilierungen 22 bei den beiden Schmalseiten 18, 19 und auch bei den Stegen 13 einander abwechseln. Wie insbesondere aus der Fig. 3 zu ersehen ist, besitzt das Grundprofil 10 eine Breite B, die trotz der Verwellungen an jeder Stelle der Längsausdehnung gleich groß ist. Dies deshalb, weil die beiden Schmalseiten 18, 19 in gleicher Weise profiliert sind, d.h. den gleichen wellenförmigen Verlauf aufweisen. Ebenso zeigen die Stege 13 den gleichen wellenförmigen Verlauf. An je-

der beliebigen Stelle des Grundprofils 10 ist der Abstand A zwischen zwei benachbarten Stegen 13 gleich groß. Auch der Abstand C zwischen der Schmalseite 18 und dem ersten Steg 13' sowie der Abstand D zwischen der Schmalseite 19 und dem letzten Steg 13'' ist konstant. Dies bedeutet, dass jeder beliebige Querschnitt des Grundprofils 10 gemäß Fig. 1 den gleichen Querschnitt wie in Fig. 2 zeigt, d.h. dass das Grundprofil 10 in Längsausrichtung immer den gleichen freien Strömungsquerschnitt aufweist. Es treten demzufolge bei dem erfindungsgemäßen Grundprofil 10 trotz der Verwellungen keine hohen Druckverluste auf, da keine die Strömung beeinflussenden Widerstände vorhanden sind.

Das in den Figuren 1 und 3 gezeigte Grundprofil 10 zeigt in vorteilhafter Weise eine Verformung der Schmalseiten 18, 19 und der Stege 13, die in Längsrichtung einen wellenförmigen Verlauf zeigen, wobei diese Wellen gleiche Wellenlänge aufweisen. Die Profilierungen 21, 22 der Schmalseiten 18, 19 und der Stege 13 stimmen in ihrer maximalen Auslenkung, d.h. in ihren Amplituden, überein. Eine solche Ausgestaltung ist nicht zwingend für die Erzielung einer hohen Wärmeaustauschleistung. Solange der freie Strömungsquerschnitt konstant bleibt, kann der wellenförmige Verlauf auch unterschiedliche Wellenlängen oder Amplituden aufweisen. Die vorbeschriebene Ausführung lässt sich jedoch leichter fertigen.

Ein erfindungsgemäßes Hohlkammerprofil aus Metall mit definierten, reproduzierbaren Verwellungen zu versehen, wird in zwei alternativen Ausführungen des Verfahrens gemäß der Fig. 4 a und 4 b bzw. der Fig. 5 beschrieben.

In bekannten Weise wird durch Strangpressen ein Hohlprofilstrang 20 erzeugt. Von der Strangpresseinrichtung ist in der Fig. 4a, 4b und 5 jeweils nur die Strangpressmatrize 33 mit den Matrizenkammern 34, 35 gezeigt. Dabei kann es sich bei der Strangpressvorrichtung um eine aus dem Stand der Technik bekannte Direktstrangpresse, Indirektstrangpresse oder Conformpresse handeln. Der die gewünschte Profilform aufweisende Profilstrang 20 wird in Austrittsrichtung 36 aus der Strangpressmatrize 33 ausgepresst. In der Ausführung nach Fig. 4a und 5 ergibt sich ein Rundrohr und in der Ausführung nach Fig. 4b ein Flachrohrprofil mit

mehreren Kanälen 11. Herkömmlicherweise wird der heiße Hohlprofilstrang 20 entlang eines Kühlbettes Weiterverarbeitungsstationen, beispielsweise zum Beschichten, Umformen oder Ablängen, zugeführt. Bei der in Fig. 4 a bzw. 4 b gezeigten Vorrichtung zeigt der Hohlprofilstrang 20 bis zu einer Führung 37 einen geraden Profilstrangverlauf B I. An diesem geraden Profilstrangverlauf B I schließt sich ein verformter Profilstrangverlauf B II an. Die Verformungen stellen linksgerichtete Profilierungen 21 und rechtsgerichtete Profilierungen 22 dar, die durch ein Verformungswerkzeug 30 bewirkt werden. Dieses Verformungswerkzeug 30 bewegt sich in Verschieberichtung 31 um eine linksgerichtete Profilierung 21 im Hohlprofilstrang 20 zu erzeugen und anschließend in Verschieberichtung 32 um eine rechtsgerichtete Profilierung 22 zu formen. Das Verformungswerkzeug 30 stellt einen Oszillator dar, der mit einer auf die Strangpressgeschwindigkeit und damit Strangaustrittsgeschwindigkeit v angepasste Oszillationsfrequenz f angepasst ist, um eine wünschenswerte Wellenlänge l für das Hohlkammerprofil 10 zu erzielen. Die Oszillationsfrequenz f des Verformungswerkzeuges 30 lässt sich nach folgender Formel einstellen:

$$f = v / l$$

f = Oszillationsfrequenz in Hz (1/s),

v = Strangaustrittsgeschwindigkeit in m/s,

l = Wellenlänge in m.

Bei einer Strangaustrittsgeschwindigkeit von 1 m/s (60 m/min) und einer angestrebten Wellenlänge l von 0,005 m (5 mm) wäre eine Oszillationsfrequenz für das Verformungswerkzeug von $f = 200$ Hz einzustellen. Die Strangpressgeschwindigkeiten v für Hohlkammerprofile, insbesondere für MP-Profile (Multiport-Profile) oder MMP-Profile (Mikro-Multiport-Profile) liegen bei 15 bis 200 m/min, vorzugsweise 60 bis 150 m/min. Die Wellenlängen l der erfindungsgemäßen wellenförmigen Verformungen liegen in der Größenordnung von 1 bis 100 mm.

Die oszillierende Bewegung des Verformungswerkzeug 30, die beim Auftreffen auf dem Hohlprofilstrang 20 aufgrund der Krafteinwirkung eine Verformung erzeugt, kann auf verschiedene Weise realisiert werden. Beispielsweise elektromotorisch, durch einen Exzenterantrieb oder ein Hydrauliksystem.

Es ist auch möglich den Hohlprofilstrang 30 elektromagnetisch auszulenken.

Um eine deformationsarme Umformung zu ermöglichen, sollte die Umformtemperatur des Hohlprofilsstrangs 20 im Verformungswerkzeug 30 mindestens 250° C betragen, vorzugsweise sollte sie jedoch größer als 400° C sein. Ist aufgrund der Konstruktion der gesamten Produktionsanlage der gerade Profilstrangverlauf B I so lang, dass die Temperatur des Hohlprofilstrangs 20 wesentlich unter 250° C absinkt, ist zwischen dem Austritt aus der Strangpressmatrize 33 und dem Verformungswerkzeug 30 eine Erwärmungsvorrichtung vorzusehen, die den Hohlprofilstrang 20 auf die gewünschte Umformtemperatur in dem Verformungswerkzeug 30 hält. Ist der Bereich des geraden Profilstrangsverlaufs B I sehr klein, kann auf eine solche Erwärmung verzichtet werden.

In der Fig. 5 wird ein weiterer prinzipieller Aufbau einer Vorrichtung für ein erfindungsgemäßes Verfahren gezeigt. Hier ist auf eine separate Führung 37 verzichtet worden. Das Verformungswerkzeug 30 übernimmt auch die Funktion der Strangführung des Hohlprofilstrangs 20. In diesem Fall wirken jedoch die Auslenkungskräfte, die von dem Verformungswerkzeug 30 durch Bewegung in Verschieberichtung 31, 32 erzeugt werden, bis zurück in die Matrize 33 und beeinflussen dort den Materialfluss. In diesem Fall existiert kein gerader Profilstrangverlauf B I nach dem Austritt des Hohlprofilsstrangs 20 aus der Matrize 33. Da der Hohlprofilstrang 20 bis in die Umformzone hinein im Materialfluss beeinflusst wird, bilden sich die Profilierungen 21,22 direkt nach dem Austritt aus dem Werkzeug, sind also schon zwischen der Matrize 33 und dem Verformungswerkzeug 30 vorhanden. Vorteilhafterweise sollte das Verformungswerkzeug 30 eine Breite BIII in Austrittsrichtung 36 haben, die mindestens dem 2-fachen der Wellenlänge l der wellenförmigen Profilierungen entspricht.

Ein solches Verformungswerkzeug 30, das eine oszillierende Strangführung darstellt, wird vorzugsweise an der Strangpresse selbst vorgesehen, insbesondere kann ein solches Verformungswerkzeug 30 in einer Ausnehmung im Gegenholm der Strangpresse angeordnet und geführt sein.

B e z u g s z e i c h e n l i s t e :

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| 10 | Grundprofil |
| 11 | Kanal |
| 12 | Wandung |
| 13,13',13'' | Steg |
| 14 | offene Ende von 10 |
| 15 | offene Ende von 10 |
| 16 | Breitseite |
| 17 | Breitseite |
| 18 | Schmalseite |
| 19 | Schmalseite |
| 20 | Hohlprofilstrang |
| 21 | linksgerichtete Profilierung |
| 22 | rechtsgerichtete Profilierung |
| 23 | Innenraum |
| 30 | Verformungswerkzeug/ Oszillator |
| 31 | Verschieberichtung |
| 32 | Verschieberichtung |
| 33 | Strangpreßmatrize |
| 34 | Matrizenkammer |
| 35 | Matrizenkammer |
| 36 | Austrittsrichtung von 20 |
| 37 | Führung |
| A | Abstand benachbarter Stege |
| B | Breite von 10 |
| BI | gerader Profilstrangverlauf |
| BII | verformter Profilstrangverlauf |
| BIII | Breite von 30 |
| C | Abstand Breitseite 18 und Steg 13' |
| D | Abstand Breitseite 19 und Steg 13'' |

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Hohlkammerprofil aus Metall, insbesondere für Wärmetauscher, bestehend aus einem stranggepreßten Grundprofil (10) mit zwei zueinander parallelen Breitseiten (16, 17) und zwei Schmalseiten (18, 19), wobei im Innenraum (23) des Grundprofils (10) sich mindestens ein Kanal (11) in Längsrichtung des Grundprofils (10) erstreckt,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schmalseiten (18, 19) senkrecht zur Längsausrichtung des Grundprofils (10) verformt sind, wobei sich quer zur Längsausdehnung linksgerichtete Profilierungen (21) und quer zur Längsausdehnung rechtsgerichtete Profilierungen (22) an beiden Schmalseiten (18, 19) einander abwechseln und die Breite (B) des Grundprofils (10) über die gesamte Längsausdehnung des Grundprofils (10) gleich ist.

2. Hohlkammerprofil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Innenraum (23) des Grundprofils (10) von Breitseite (16) zu Breitseite (17) sich erstreckende, mehrere Kanäle (11) bildende Stege (13) angeordnet sind und diese Stege (13) senkrecht zur Längsausrichtung des Grundprofils (10) ausgerichtete Profilierungen (21, 22) aufweisen, wobei der Abstand (A) zwischen zwei benachbarten Stegen (13) und der Abstand (C) zwischen der Schmalseite (18) und dem ersten Steg (13') sowie der Abstand (D) zwischen der Schmalseite (19) und dem letzten Steg (13'') über die gesamte Längsausdehnung des Grundprofils (10) gleich ist.

3. Hohlkammerprofil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilierungen (21, 22) der Schmalseiten (18, 19) und der Stege (13) in Längsausdehnung des Grundprofils (10) einen wellenförmigen Verlauf zeigen, so dass das Grundprofils (10) in Längsausrichtung immer den gleichen freien Strömungsquerschnitt aufweist.
4. Hohlkammerprofil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der wellenförmiger Verlauf für die Schmalseiten (18, 19) und die Stege (13) über die gesamte Längsausrichtung des Grundprofils (10) die gleiche Wellenlänge aufweist.
5. Hohlkammerprofil aus Metall, insbesondere für Wärmetauscher, bestehend aus einem stranggepreßten Grundprofil (10) in Rundrohrform oder Koaxialrohrform, wobei im Innenraum (23) des Grundprofils (10) sich mindestens ein Kanal (11) in Längsrichtung des Grundprofils (10) erstreckt,

dadurch gekennzeichnet, dass

gegenüberliegende Seiten des Grundprofils (10) senkrecht zur Längsausrichtung des Grundprofils (10) verformt sind, wobei sich quer zur Längsausdehnung linksgerichtete Profilierungen (21) und quer zur Längsausdehnung rechtsgerichtete Profilierungen (22) an den Seiten einander abwechseln und die Breite (B) des Grundprofils (10) über die gesamte Längsausdehnung des Grundprofils (10) gleich ist.

6. Hohlkammerprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Grundprofil (10) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung gefertigt ist.
7. Hohlkammerprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass es als Kühler für Gas- oder Flüssigkeitsströme Anwendung findet, insbesondere als Gaskühler oder Ladeluftkühler für Kraftfahrzeuge.

8. Verfahren zur Herstellung eines Hohlkammerprofils aus Metall, insbesondere für einen Wärmetauscher,

wobei durch Strangpressen ein Hohlprofilstrang (20) in Rundrohrform oder in Koaxialrohrform oder ein Hohlprofilstrang (20) mit zwei zueinander parallelen Breitseiten (16, 17) sowie gewölbten oder ebenen Schmalseiten (18, 19) und mindestens einem sich im Innenraum (23) des Grundprofils (10) erstreckenden Kanal (11) erzeugt wird,

dieser Hohlprofilstrang (20) verformt wird und

anschließend das Ablängen des Profilstrangs auf die gewünschte Länge eines Grundprofils (10) vorgenommen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

der aus der Umformzone der Strangpreßmatrize (33) austretende und heiße Hohlprofilstrang (20) durch ein sich oszillierend bewegendes Verformungswerkzeug (30) definiert in Schwingung versetzt und/ oder verformt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hohlprofilstrang aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung stranggepreßt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass an dem unmittelbar aus der Umformzone austretenden und heißen Hohlprofilstrang (20) durch ein sich senkrecht zur Austrittsrichtung (36) des Profilstrangs (20) oszillierend bewegendes Verformungswerkzeug (30) gleichzeitig und gleich starke Profilierungen (21, 22) der Schmalseiten (18, 19) und eventuell vorhandener Stege (13) vorgenommen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmalseiten (18, 19) und die Stege (13) in Längsrichtung des Grundprofils (10) gleichartige wellenförmige Verformungen erhalten.
12. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass an dem unmittelbar aus der Umformzone austretenden und heißen Hohlprofilstrang (20) durch das sich mindestens in zwei Schwingungsebenen bewegendes Verformungswerkzeug (30) zirkuläre Verwellungen der Profilwandung (12) vorgenommen werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzielung der gewünschten Wellenlänge (l) der wellenförmigen Verformung die Oszillationsfrequenz (f) des Verformungswerkzeuges (30) an die Strangaustrittsgeschwindigkeit (v) angepaßt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Profilstrang bei Strangpreßgeschwindigkeiten (v) von 15 bis 200 m/min, vorzugsweise 60 bis 150 m/min erzeugt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlängen der wellenförmigen Verformungen des Profilstrangs (20) in der Größenordnung von 1 bis 100 mm liegen.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Verformungswerkzeug (30) den aus der Strangpressmatrize (33) austretenden heißen Hohlprofilstrang (20) unmittelbar erfaßt, so dass die bei der oszillierenden Bewegung des Verformungswerkzeuges auftretenden Auslenungskräfte bis zurück in die Strangpreßmatrize (33) wirken.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Verformungswerkzeug (30) in einer Ausnehmung im Gegenholm der Strangpresse angeordnet ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der aus der Strangpresse unmittelbar austretenden Hohlprofilstrang (20) von einer im Abstand zur Strangpreßmatrize (33) angeordneten Führung (37) erfaßt und einem Verformungswerkzeug (30) zugeführt wird, dabei verringert sich die Temperatur des Hohlprofilstranges (20) ausgehend von der Austrittstemperatur an der Strangpressmatrize (33) auf eine Umformtemperatur innerhalb des Verformungswerkzeuges (30) von mindestens 250°C, vorzugsweise größer 400°C.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der aus der Strangpresse unmittelbar austretenden Hohlprofilstrang (20) von einer im Abstand zur Strangpreßmatrize (33) angeordneten Führung (37) erfaßt wird und vor Zuführung in ein Verformungswerkzeug (30) auf eine Umformtemperatur von mindestens 250°C, vorzugsweise größer 400°C erwärmt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die oszillierende Bewegung des Verformungswerkzeuges (30) elektromagnetisch bewirkt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Verformungswerkzeug (30) zur Erzielung der Verformungen am Hohlprofilstrang (20) diesen zyklisch mit einem fluiden Medium beaufschlagt.
22. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Strangpreßmatrize (33) selbst als sich oszillierend bewegendes Verformungswerkzeug (30) wirkt.

1/4

FIG.1

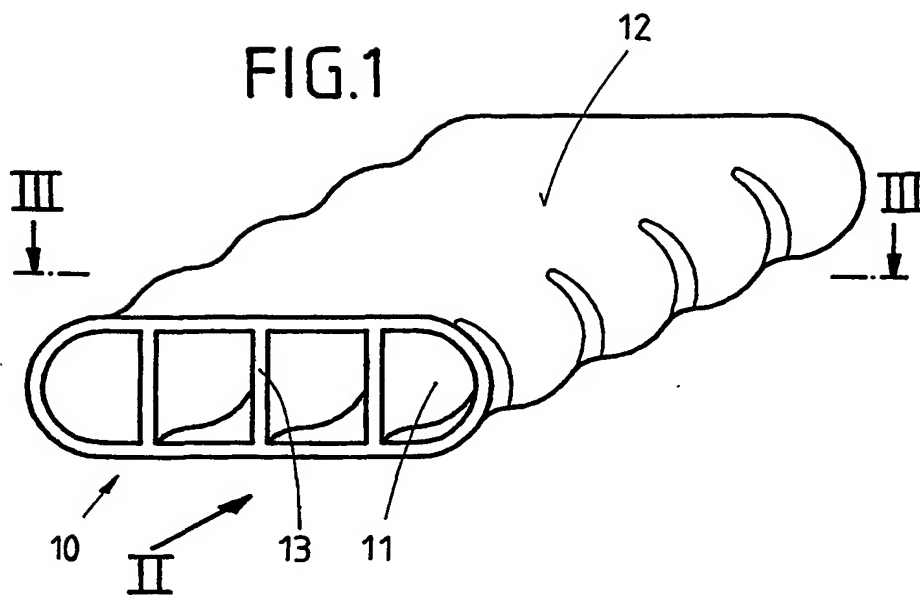


FIG.2

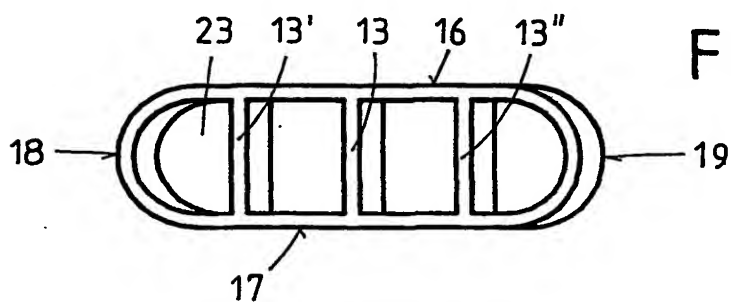
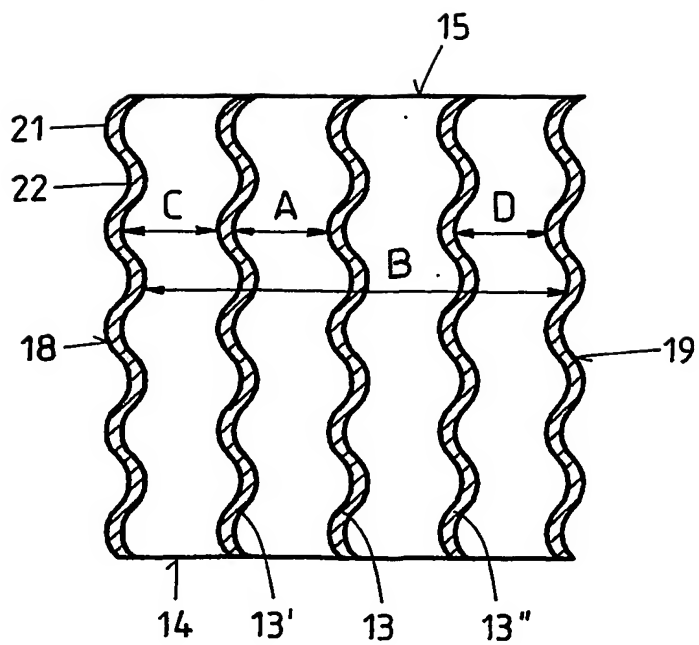


FIG.3



2/4

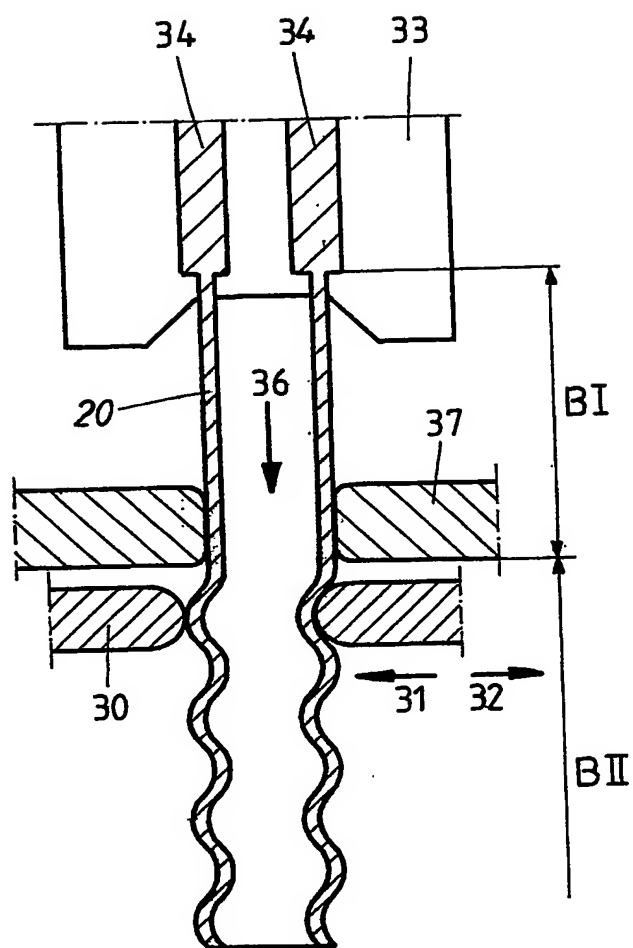


FIG.4a

3/4

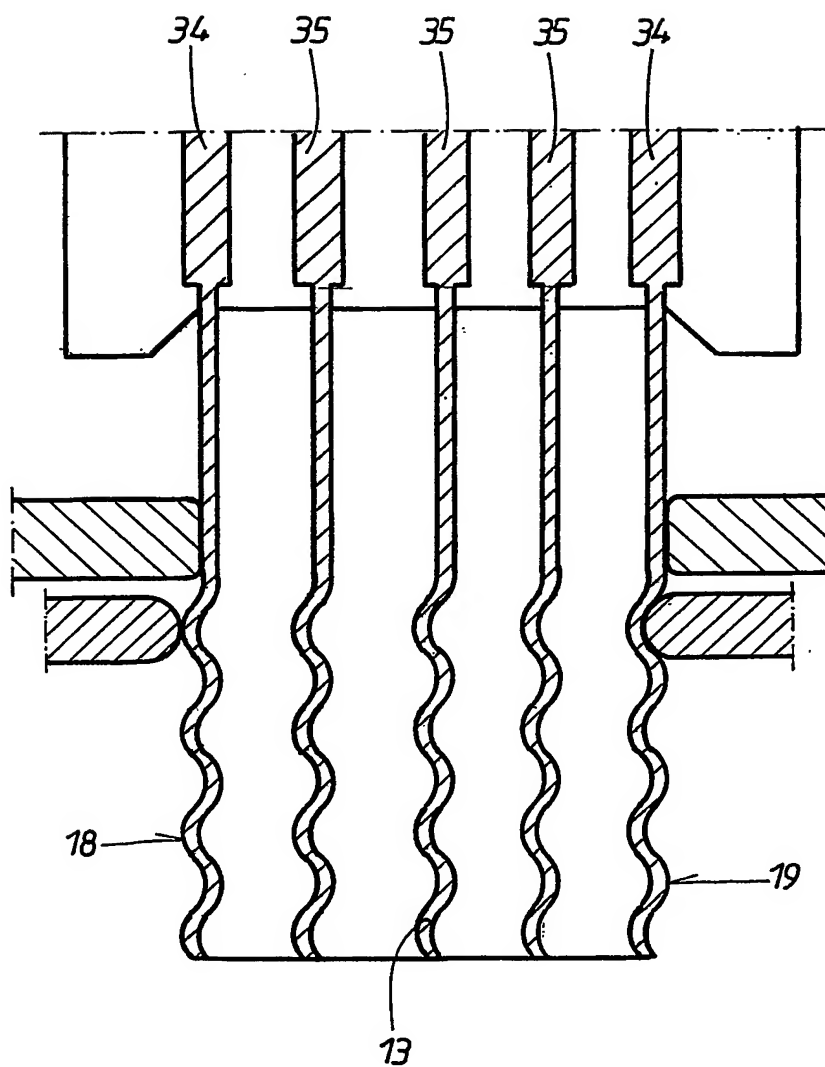


FIG. 4b

4/4

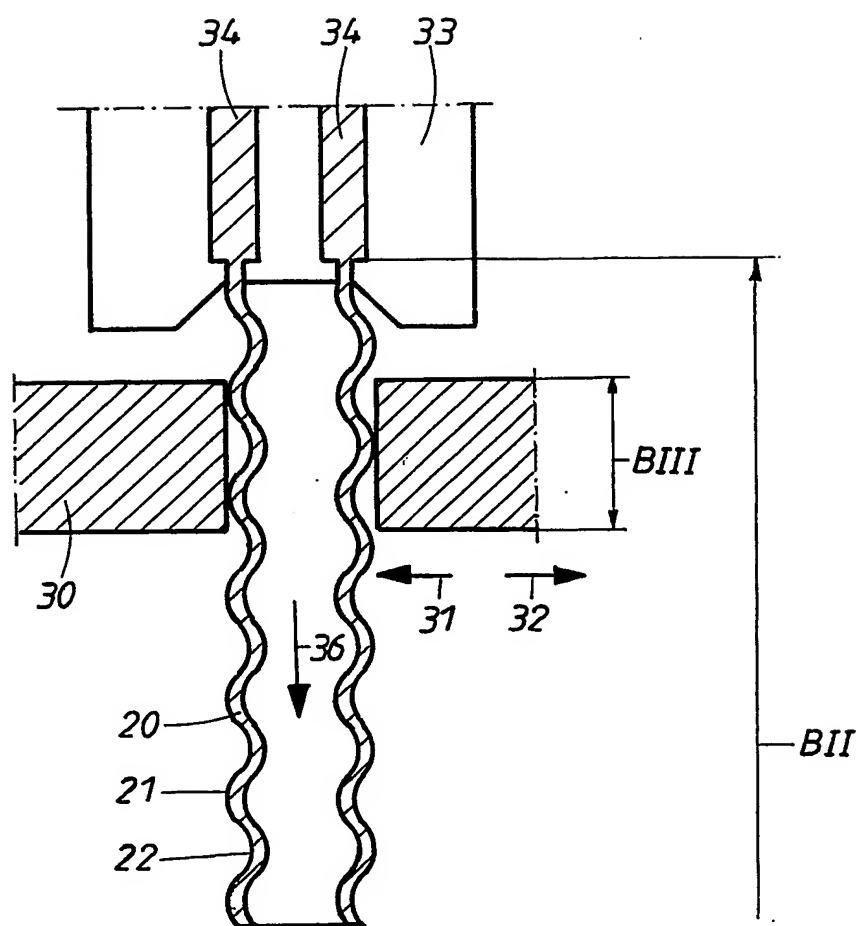


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP03/05943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| | | |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.